155形 デジタル ボルトメータ

取 扱 説 明 書

菊水電子工業株式会社

印刷表紙使用のこと

⚠ ・ ・			分類番号		
⚠ ・ ・					
1 ・ ・		形名 155形 取扱説明書	仕様番号	S－81081	13524
版 年月日	承認				
菊水電子工業		取扱説明書書式	図番	NP－32635	

6803.100×30M4

－ 保 証 －

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1．取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2．不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3．天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

－ お 願 い －

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　　次

	頁
1. 概　　説	3
2. 仕　　様	4
3. 使 用 法	5
3.1 前面パネルと後面の説明	5
3.2 準　　備	8
3.3 操　　作	8
4. 動作原理	10
4.1 動作概要	10
4.2 分 圧 器	11
4.3 直流増巾器	11
4.4 積分・パルス巾変換器	13
4.5 計数器とその周辺	16
4.6 電　　源	19
5. 保　　守	20
5.1 ケースのとりはずし	20
5.2 配　　置	20
5.3 調　　整	21
5.4 校　　正	22
5.5 点検および修理	28
5.6 回 路 図	

1. 概　　説

菊水電子１５５形は積分形によるパルス巾変換方式を採用したデジタルボルトメータで±0.０００Ｖ～１０００Ｖの直流電圧を高精度で測定でき次のような特徴をもつています。

＊　ダイナミックレンジが広く、１０進４桁で最大「２５００」までレンジを切換えることなく測定でき、オーバレンジ１００％以上の電圧が入力に加えられると表示が行われます。

＊　とくに小形軽量でベンチスペースをとらず空間を有効に利用でき、取扱も非常に簡単です。

＊　測定速度は１０サンプリング／秒と速く、極性の切換えは自動的に行われ、記憶回路によるフリッカの少ない表示方式になつています。

＊　確度は表示値の±（0.１％＋１digit）と高く、入力抵抗は全レンジ１０MΩで入力端子はケースよりフローテイングされています。

＊　回路は全く、電磁機構部品を使用せず、シリコントランジスタおよび集積回路を大巾に採用した信頼性の高い構成になつています。

2. 仕　　様

方　　式	積分形パルス巾変換方式	
測定範囲	±0.000V～1000V（最大）	
レ　ン　ジ	±1V，10V，100V，1000Vの4レンジ	
オーバレンジ	150%（2500最大）	
確　　度	表示値の±（0.1%＋1digit）	15℃～35℃
最高感度	1mV／digit	
極　　性	±　自動表示	
サンプリング周期	10サンプリング／sec	
入力抵抗	全レンジ　10MΩ一定	
入力端子	ケースに対してフローティング可能、DC250V最大	
表示時間	0.4sec　一定	
オーバレンジ表示	2000　以上で表示	
ホールド	パネル面より操作可能	
電　　源	100V±10%，50／60Hz	約14VA
外形・重量	180(W)×160(H)×265(D)	約　4　Kg
（最大部）	130(W)×180(H)×290(D)	
付　属　品	取扱説明書　，　試験成績表	各　1

8. 使用法

8.1 前面パネルおよび後面の説明（第8－1図を参照して下さい）

① POWER　　電源を開閉するプッシュボタンスイッチ（で）ボタンを押して中にロックされた状態で電源が入り、再びボタンを押すと電源が切れます。

② RANGE　　パネル中央のツマミで、時計回転により±1V，10V，100V，1000Vレンジになつています。

③ VOLTS H. L　　測定電圧を印加する入力端子で、H端子（赤色）に測定電圧のハイインピーダンス側をL端子（白色）にローインピーダンス側をそれぞれ接続します。

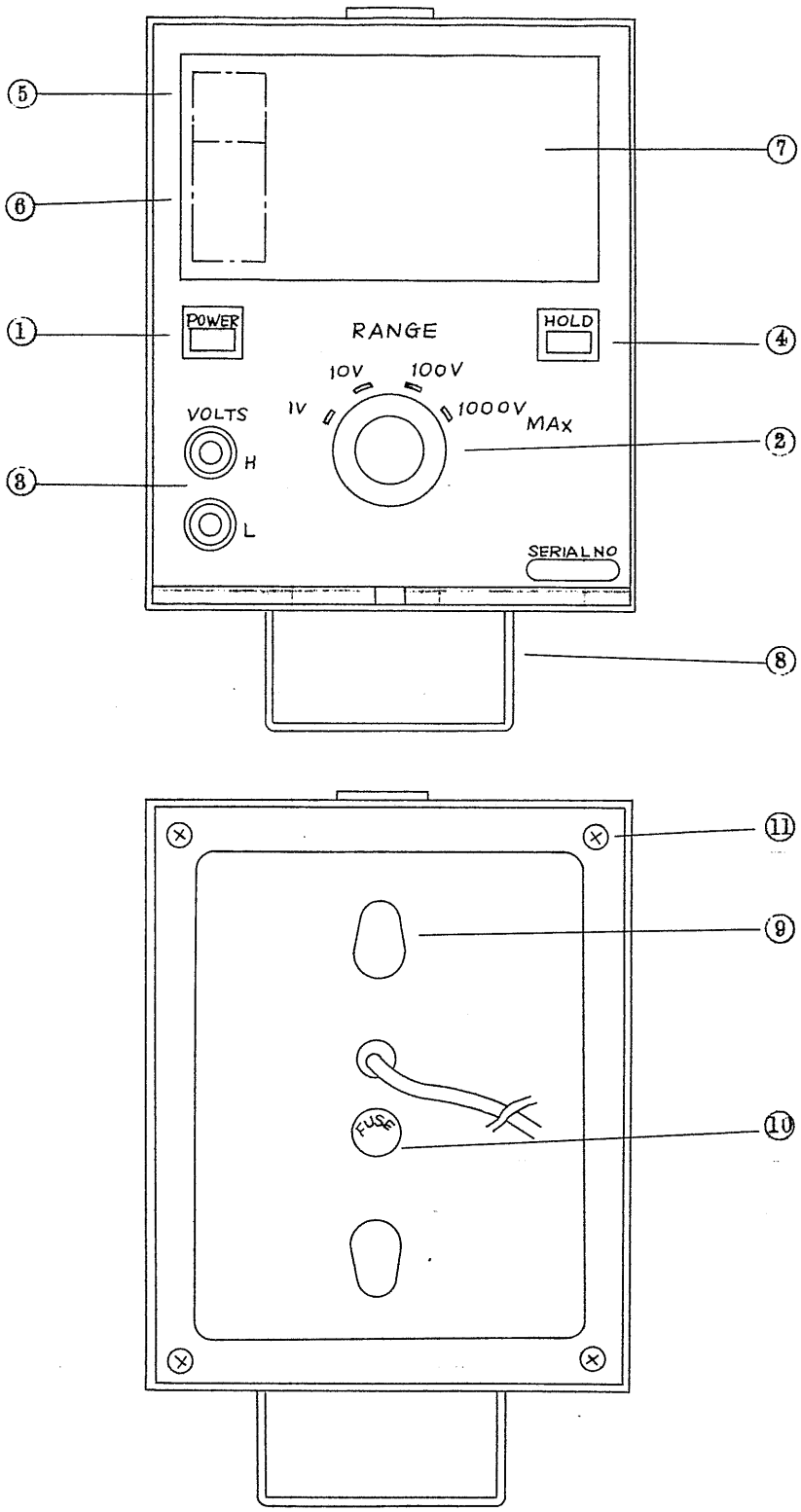
④ HOLD　　測定した表示値を入力電圧にかかわらず一定に保持するときにこのプッシュボタンを押し、ロックされた状態でホールドされ、再び押すと、測定状態になります。

⑤ OVER　　オーバレンジを表示するもので設定したレンジにおいて2000以上の値で点灯します。

⑥ ＋，－　　測定電圧の極性を自動的に表示します。

⑦ 表示器　　放電表示管による4桁の10進数で小数点が内蔵されています。

⑧ 傾斜台　　本器をベンチ上に置いたときに必要に応じてこの傾斜台を手前に起して使用します。



第８－１図

⚠ ・ ・			分類番号		
⚠ ・ ・					
1 ・ ・		形名 1 5 5 形　取扱説明書	仕様番号	S — 8 1 0 8 6	1 3 5 2 4
版　年　月　日	承認				
菊水電子工業		取扱説明書書式	図番	N P — 3 2 6 3 5	

⑨ コード巻　　本器を保管するときにコードを巻付けます。

⑩ ヒューズホルダ　　0.8Aのスローブローヒューズが入れてあります。

⑪ ケース止ネジ　　ケースを固定しているネジでケースを引きだすときにこの4個のネジをはずします。

8.2　準　　備

1)　電源コードを商用電源、１００Ｖ　５０／６０Hzに接続して下さい。

2)　電源スイツチを投入します。投入直後より数１０秒間は表示が変動しますが、これは電源投入による過度現象によるもので本器の異状ではありません。

3)　本器は投入後約５分で動作はほぼ安定します。

4)　「HOLD」をOFFの位置にします。もしOFFの位置になつていない場合は測定ができません。

5)　次に入力のH端子（赤色）に被測定電源のハイインピーダンス側をL端子（白色）にローインピーダンス側をそれぞれ接続します。とくに測定用のリード線が長い場合は絶縁の良好なシールド線の使用をお勧めします。

8.3　操　　作

1)　あらかじめ測定すべき電圧がわかつている場合は第８－１表のようにレンジを選択し。全く不明の場合は１０００レンジより順次レンジを降下させていき、表示が「２５００」以下になるようにします。

本器は操作上のあやまりで１Ｖレンジに１０００Ｖmaxが万一印加されても、保護回路により損傷しませんが、故意による過入力はさけて下さい。

レンジ	測定電圧 (V)
1V	0.000 ～ 2.500
10V	2.50 ～ 25.00
100V	25.0 ～ 250.0
1000V	250. ～ 1000.

第8－1表

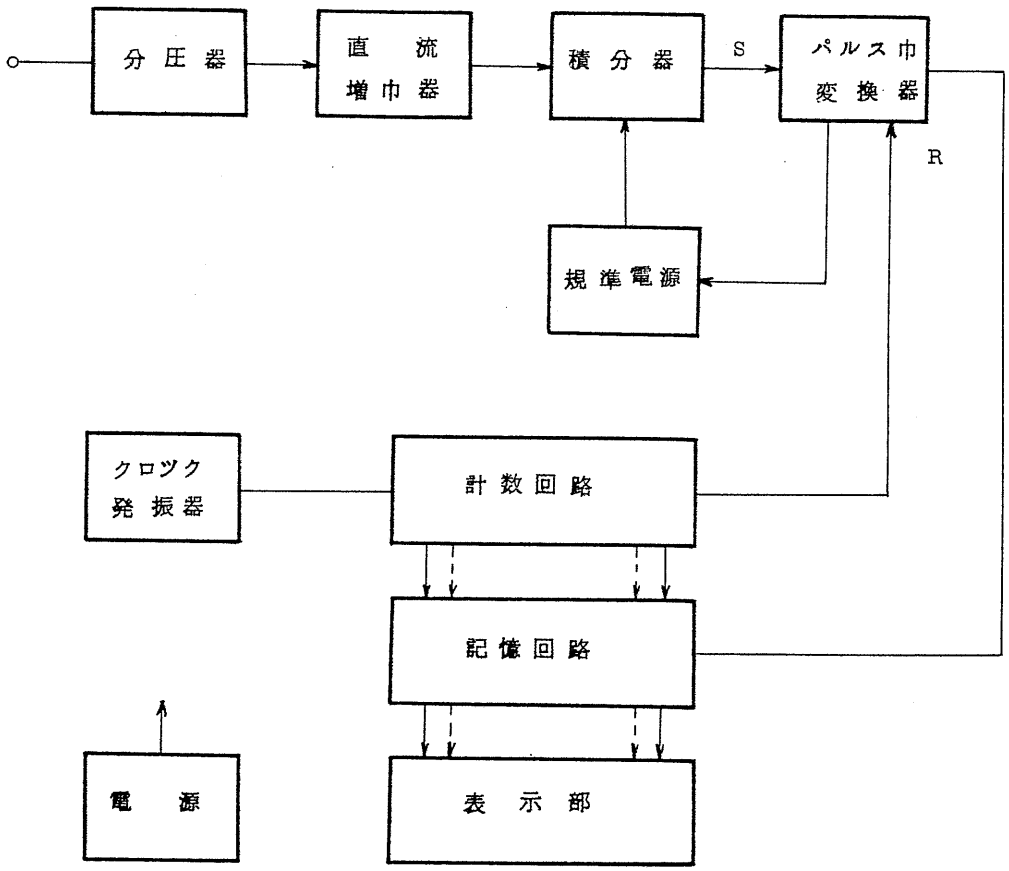
2) 測定結果を保持させる場合は「HOLD」プッシュボタンをON（ボタンがロックされて中に入つた状態）にします。正確に測定値を保持させるには本器の応答時間を考慮して入力端子に電圧を印加して約1秒後に「HOLD」スイッチをONにして下さい。

4. 動作原理

4.1 動作概要

１５５形デジタルボルトメータは入力電圧を電流変換したのち基準電源と共に積分し、入力電圧に比例したパルス巾に変え、計数器によりパルス巾を計数する積分形パルス変換方式を採用しています。したがつて入力電圧に重畳した雑音成分を除去する性能が良く、安定な測定ができます。

第４－１図に本器のブロックダイアグラムを示します



第４－１図

まず入力に加えられた電圧は設定されたレンジにしたがつて分圧されて、高入力インピーダンスの直流増巾器に入り高出力インピーダンスをもつ電流源に変換されます。次にこの入力信号に比例する電流源と基準電源を積分し、入力に正確に比例するパルス巾をパルス変換器により発生し、基準パルスとの比を求め、その値を記憶回路を通じて表示部に送り、１０進４桁の表示を行います。

4.2　分　圧　器

入力抵抗１０MΩ一定の分圧器で１Ｖ，１０Ｖ，１００Ｖ，および１０００Ｖの４レンジがあり、各レンジ共に出力抵抗をほぼ一定にしてあります。分圧器の出力はデジタルボルトメータの表示が「２５００」のとき2.5Ｖが得られるようになつています。

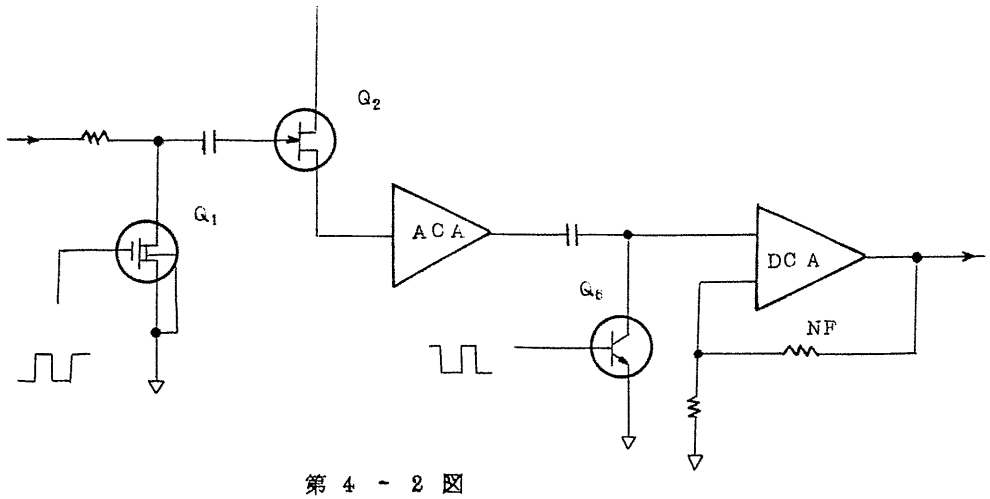
分圧比の調整は分圧器基板（A_2）のR_8，R_9，R_{10}の調整によつて$\frac{1}{10}$，$\frac{1}{100}$，および$\frac{1}{1000}$により行われています。

4.8　直流増巾器

この直流増巾器は第４－２図のように高入力インピーダンスと良好な安定度を得るためにMOS FETチヨツパおよび初段増巾にソースホロワーを使用した変調形増巾器と直流増巾器から構成されています。

変調形増巾器のチヨツパQ_1はそのゲートを２００Hzの方形波で励振し、スイツチングを行ない直流電圧を交流に変換してソースホロワーQ_2でインピーダンス変換をしたのち、８段増巾します。

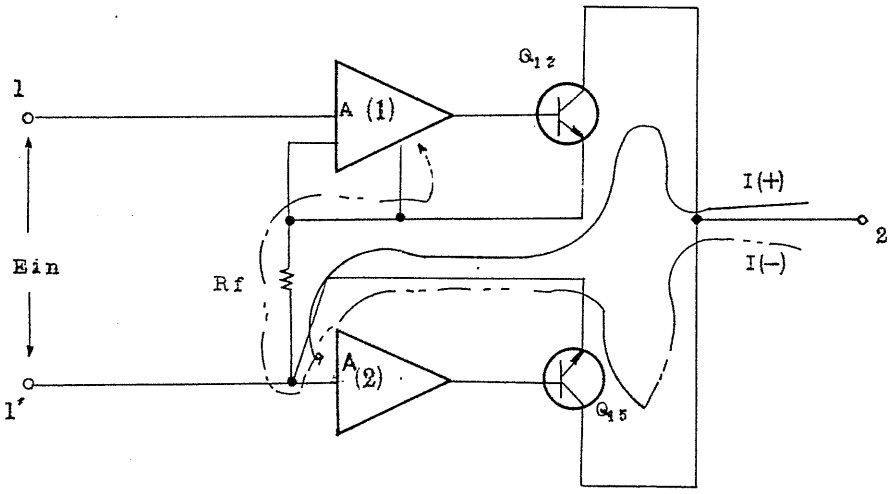
Q_6は同期整流をするトランジスタで再び交流を入力の極性に応じて直流に変換します。



第 4 － 2 図

直流増巾器 DCA は Q_7 ， Q_8 による差動増巾器を使用し、Q_{10} の出力から負帰還をかけて増巾度の安定化を計つています。

次に以上に述べました直流増巾器の出力を定電流源として取り出すために第 4 － 8 図のような回路構成となつています。図において A(1)は第 4 － 2 図全体の増巾器を、A(2)は Q_{16} による増巾器をそれぞれ示しています。



第 4 － 8 図

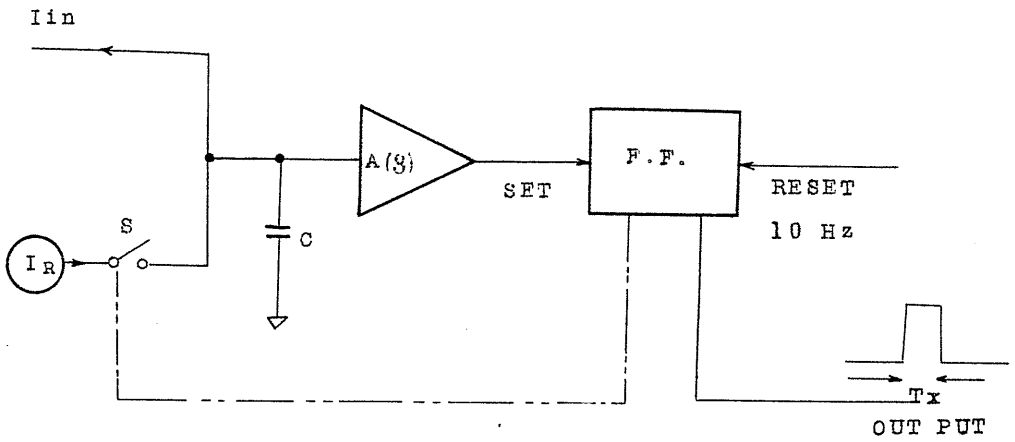
⚠ ・ ・			分類番号		
⚠ ・ ・					
1 ・ ・		形名 1 5 5 形　取扱説明書	仕様番号	S — 8 1 0 4 2	1 3 5 2 4
版　年月日	承認				
菊水電子工業		取扱説明書書式	図番	N P − 3 2 6 3 5	

いまこの回路において入力端子1に正、1'に負の極性でEinが印加されるとQ_{12}のエミッタは端子1とほぼ同電位になりRfにはI(+)の電流が出力端子2よりQ_{12}を通じて図の実線のように流れ込みその電流は電流帰還により正確にEinの大きさに比例します。このときA(2)が飽和状態になりQ_{15}のコレクタ電流を遮断します。

Einが上記と逆極性のときはA(2)が動作状態になりQ_{15}が導通して点線のような方向に電流I(−)が流れ、Q_{12}は遮断されます。したがつて端子2からはEinの絶対値に比例した電流が流入することになります。

4.4　積分・パルス巾変換器

パルス巾変換器は第4－4図のように基準電源I_R、レベル検出器A(3)、および相補形フリップフロップF.F.を使用しています。



第4－4図

Iinは4.8において述べたように入力電圧に正確に比例する電流源を表わし、F。F.はクロツク発振器からのパルス80kHzを計数器で分周して、0.1秒の周期で常にリセツトパルスが加えられています。またこのF.F.がリセツト状態にあるときは基準電源I_SのスイツチSが閉じ、セツト状態で開きます。

ここで、まずF。F.がリセツト状態のときはスイツチSが閉じ、積分コンデンサCにIinとI_Rの差電流Iが流れ、Iin＜I_Rの範囲ではCの電位は上昇していきます。この電位があらかじめ規定された値になると、レベル検出器の動作によつてF.F.がセツトされます。セツトされるとSは開放され、Iinのみが次のリセツト状態まで積分されCの電位はもとの値まで下降していきます。以上の動作が1秒間に10回繰返されIinに比例したパルス巾の出力がF.F。より得られます。

いまF。F.がリセツトからセツト状態になるまでの期間をTx、リセツト周期をTとすると次式が成立します。

$$\frac{I_R - Iin}{Iin} = \frac{T - Tx}{Tx} \qquad (1)$$

(1)式より

$$\frac{Iin}{I_R} = \frac{Tx}{T} \qquad (2)$$

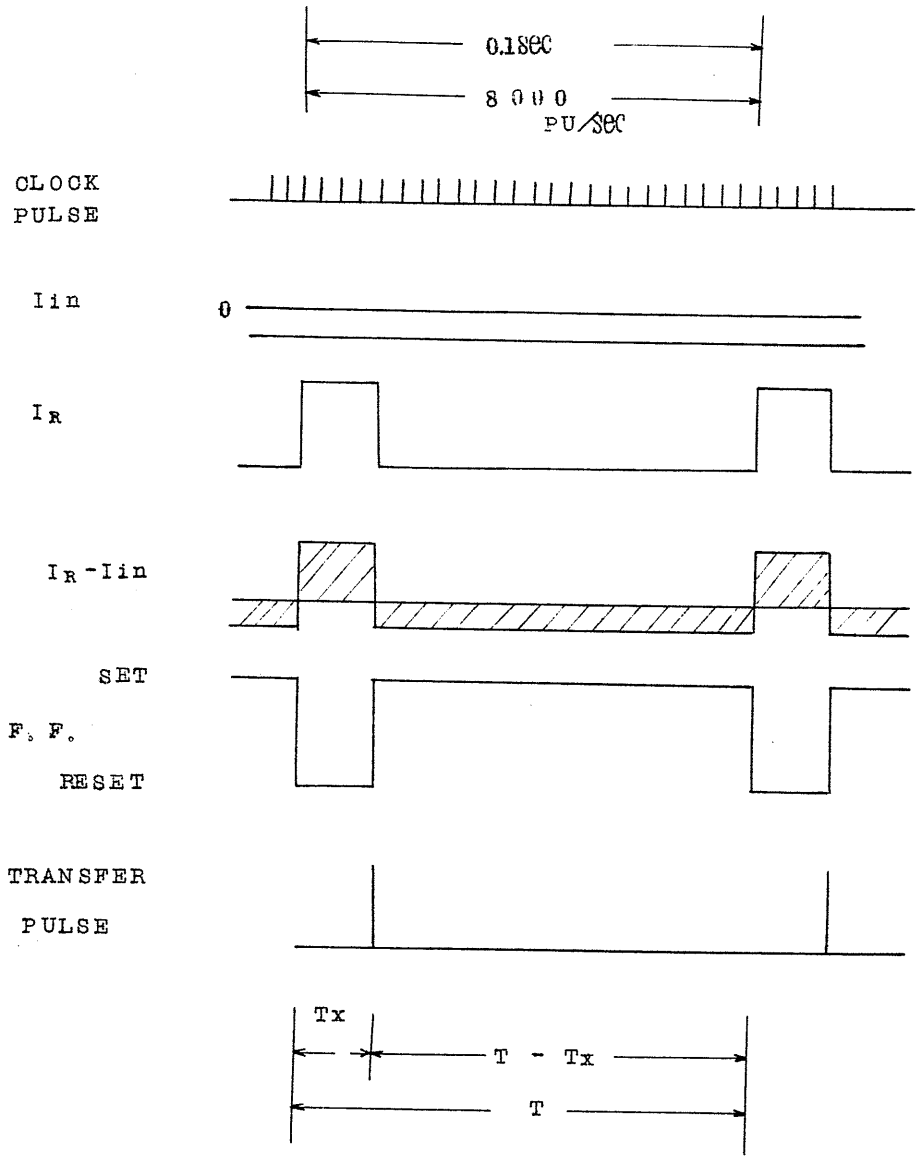
したがつて変換されるパルス巾Txは

$$Tx = Iin \cdot \frac{T}{I_R} \qquad (3)$$

となり、(3)式はパルス巾TxがIinに比例して変換されることがわかります。

⚠ ・ ・			分類番号		
⚠ ・ ・					
1 ・ ・		形名 155形 取扱説明書	仕様番号	S—81044	13 5 24
版 年月日	承認				
菊水電子工業		取扱説明書書式	図番	NP—32635	

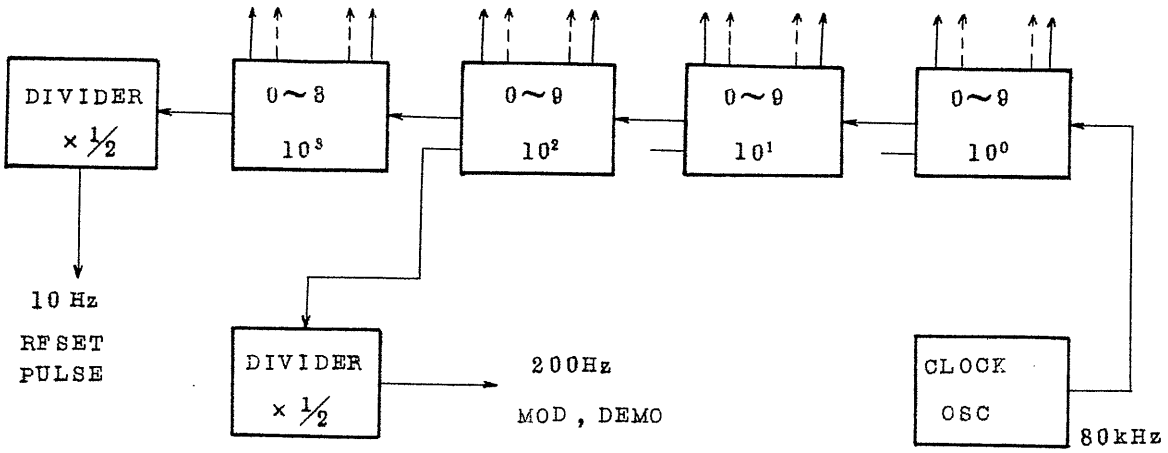
一方計数器はF。F。リセットのとき各桁は「０００００」となり８０kHzをカウントアップして８０００パルスでオーバフローし再び「０００００」になる動作を繰返しています。この計数動作中にセットパルスがF。F。より生じると、その瞬間に計数器の値は記憶部に転送されて、１０進４桁でデジタル表示されます。以上の動作をタイムチャートにしたものが第４－５図です。



第４－５図

4.5　計数器とその周辺

計数器とその周辺の構成を第４－６図および第４－７図に示します。

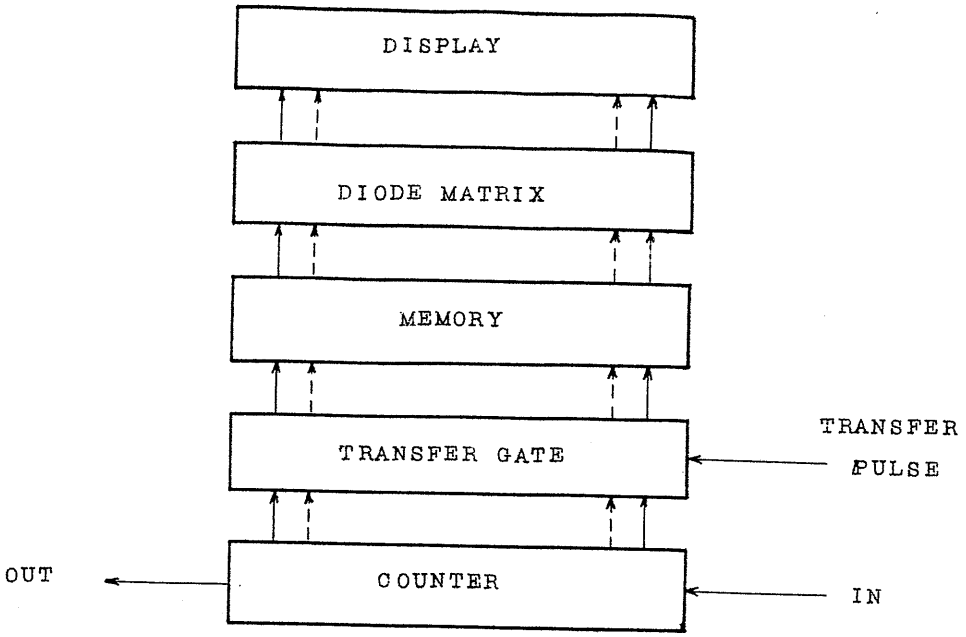


第４－６図

第４－６図において。クロツク発振器にはアステーブルマルチバイブレータを使用し８０kHzを発生させて計数信号にしています。計数器は１０進の１位から100位までは同一の回路を用い、１０００位は０～８までの計数を行います。１０HzのF.F.リセツトパルスは１０００位の計数器出力を、２００Hzのチヨツパおよび同期整流駆動信号は１００位の４００Hzをそれぞれ1/2に分周して得ています。

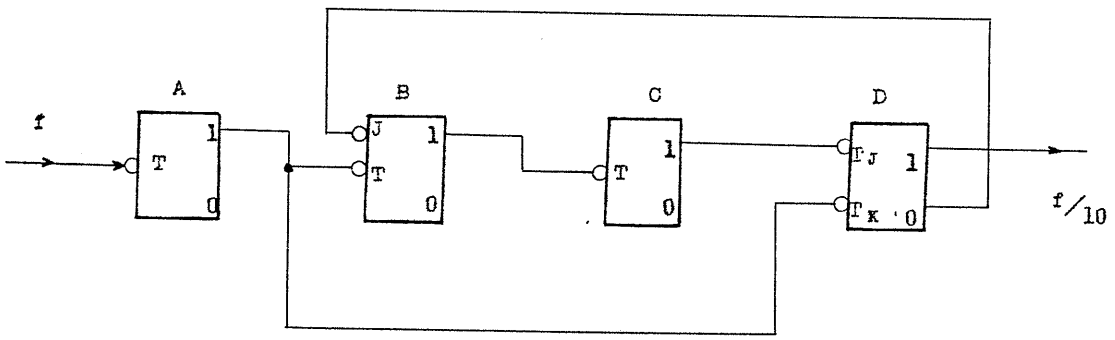
各桁の計数器は第４－７図に示してある転送ゲート。記憶回路。ダイオードマトリツクスおよび表示回路が接続されています。

いま計数器が測定中にある値になつたとき、転送パルスがゲートに加えられると、その瞬時における計数値が記憶回路に貯えられます。この値は２進の８－４－２－１コードですのでマトリツクス回路により１０進数に符号変換され、トランジスタスイツチで表示放電管を点灯させます。



第 4 － 7 図

8 － 4 － 2 － 1 コードの計数器は第 4 － 8 図のように F. F。をカスケードに 4 段接続して F. F. (D)より F. F。(B)の J 端子へフィードバックさせ、１０進の計数器を構成しています。第 4 － 1 表は各 F。F。の出力状態を示したものです。



第 4 － 8 図

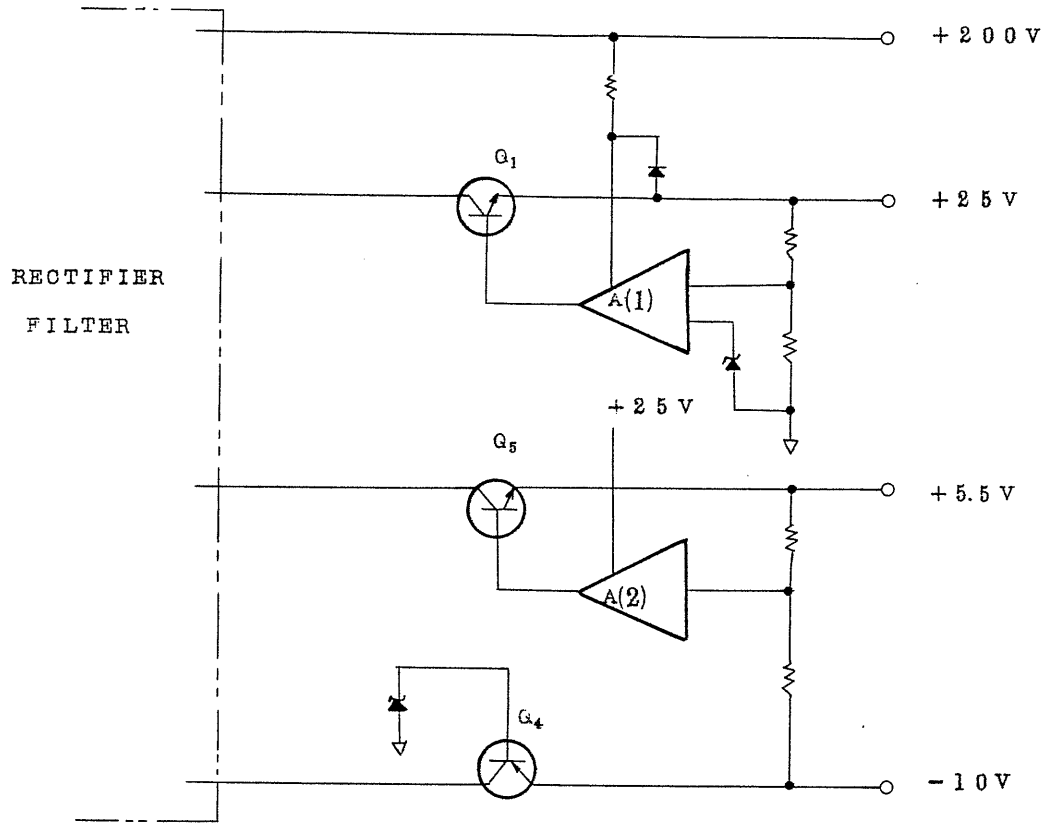
⚠ ・ ・			分類番号	
⚠ ・ ・				
1 ・ ・		形名 155形 取扱説明書	仕様番号	S－81047 13 5 24
版 年月日	承認			
菊水電子工業		取扱説明書書式	図番	NP－32635

F. F. / 10進数	A 1	B 2	C 4	D 8
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1

第 4 － 1 表

4.6 電　　源

本器内で使用されている電源は＋２００Ｖ（非安定化）、定電圧電源＋２５Ｖ，＋5.5Ｖ、および－１０Ｖで第４－９図のように各回路が構成されています。



第４－９図

これらの回路で＋２００Ｖおよび－１０Ｖの電源はそれぞれ単独で動作していますが＋２５Ｖ，および＋5.5Ｖは他の電源回路と動作上の関連があります。＋２５Ｖ電源は誤差増巾器A(1)のバイアス電圧を＋２００Ｖより供給してあります。＋5.5Ｖ電源は－１０Ｖから基準電圧を。増巾器のバイアスを＋２５Ｖより得ています。

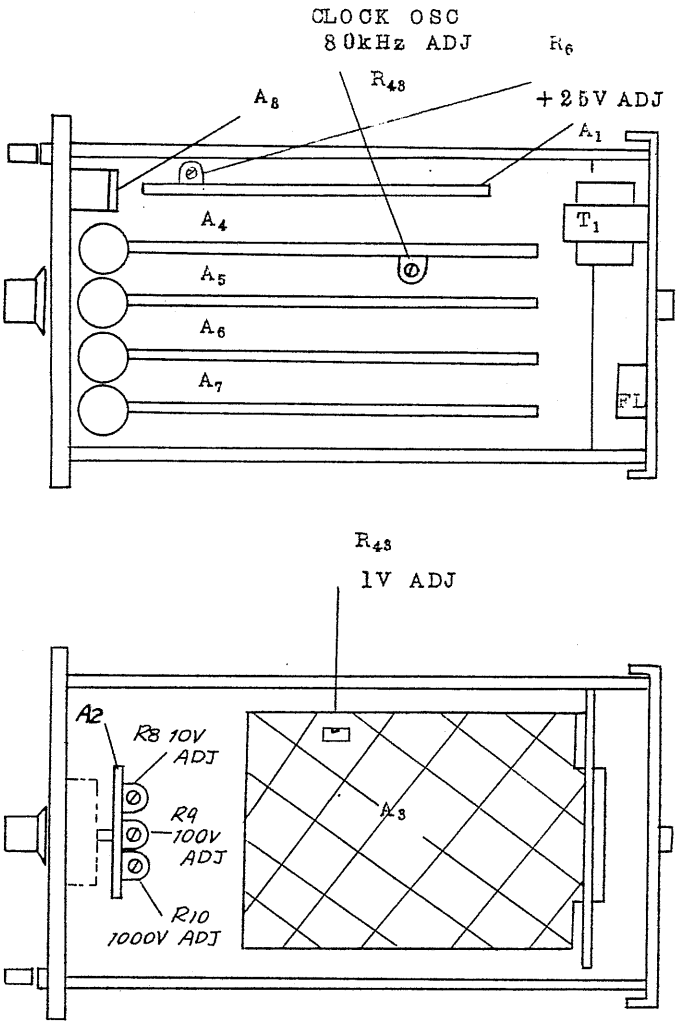
5. 保　　守

5.1 ケースのはずし方

電源を切り安全を確認の上、ケース背面の四隅にあるトラスネジ4本をはずしフロントパネル前方へ静かに引き出します。

5.2 配　　置

本器の主な構成部品の配置は第5－1図に示してあります。



第5－1図

プリント基板は A_1 より A_8 まで計８枚ありそれぞれ次のように使い別けられています。この中で A_5，$_6$，$_7$ は同一種の基板となつています。

A_1　電源部　＋２００Ｖ，＋２５Ｖ，＋5.5Ｖ，－１０Ｖ

A_2　分圧器

A_3　直流増巾器、積分パルス巾変換器

A_4　計数器～表示部　１０００位，（０～８）

A_5　〃　１００位，（０～９）

A_6　〃　１０位，　〃

A_7　〃　１位，　〃

A_8　極性、オーバレンジ表示

5.3　調　　整

クロツク発振器の周波数調整

プリント基板 A_4 のコネクタピン番号２０にエレクトルニツクカウンタを接続して８０kHz±0.1％以内になるよう R_{43} を調整します。この周波数は若干ずれても本器の動作は異状にはなりませんが、商用電源周波数に対するリジエクションが劣化します。

＋２５Ｖ電源の調整

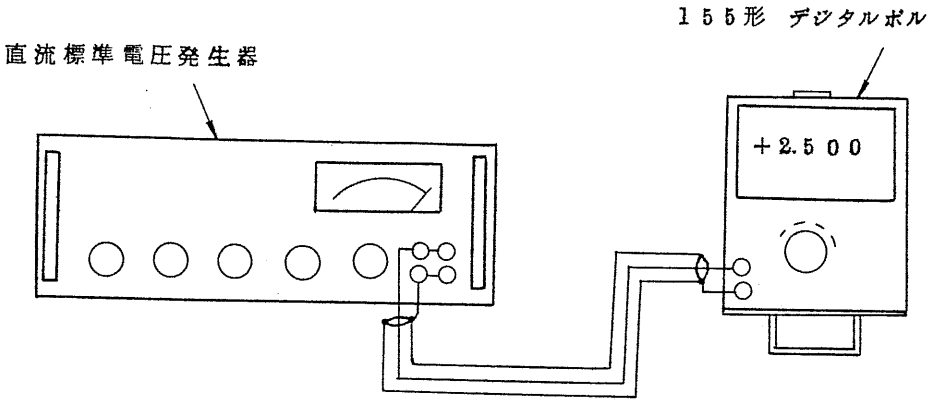
プリント基板 A_1 のコネクタピン番号６とGND端子ピン番号７にDC電圧計を接続して＋２５Ｖ±１％以内になるよう R_6 を調整します。なおこの調整は本器を校正する前には必ず確認して下さい。

5.4　校　　正

本器の確度を長期にわたつて維持する場合は定期的に点検校正を行うことをお勧めいたします。

校正にあたつては校正精度の点から２５℃付近で周囲温度の変化が少い所で作業を行います。

第５－２図は校正の一例を示したもので、ここで用いる直流標準電圧発生器は確度0.０２％以上のもので次の順序で行います。



第５－２図

1. 本器の電源を投入して約１時間以上の予熱時間をおきます。
2. 電源回路および各部の電圧を点検（５－５を参照して下さい。）し、正常動作の確認を行います。
8. 直流標準電圧発生器の出力端子を本器の入力端子に接続します。
4. 電圧発生器を＋2.５００Ｖにセットし、本器を１Ｖレンジに設定します。
5. A_3プリント基板のR_{43}を調整して表示を＋2.５００に合せます。
6. 本器を１０Ｖレンジにしてプリント基板A_2のR_8を調整して＋２５.００に合せます。
7. 本器を１００ＶレンジにしてR_9を調整して＋２５０.０に合せます。
8. 本器を１０００ＶレンジにしてR_{10}を調整して＋１０００Ｖに合せます。
9. 次に再び１Ｖレンジにして－2.５００Ｖを加え、0.１％±１digit以内になることを確認します。

5.5　点検および修理

本器の点検および修理については「4.動作原理」の章を参考にして下さい。なお下記の測定電圧はとくに指定のない限り電源のGNDを基準にして測定した一例です。本器の操作状態は１Ｖレンジで入力短絡「HOLD」はOFFの位置にしておきます。

電源部（プリント基板A_1）

テスト　ポイント	直流電圧	リップル
1	＋　８９　Ｖ	1.8 Vp-p
2	－　２８　Ｖ	0.8 7 Vp-p
8	＋　　9.5Ｖ	1　Vp-p

コネクタピン番号		
2	＋１９２　Ｖ	１５　Vp-p
6	＋　２５.０Ｖ	４ mVp-p
9	－　１１　Ｖ	４ mVp-p
１４	＋　　5.5Ｖ	１０ mVp-p

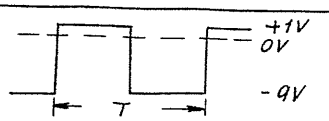
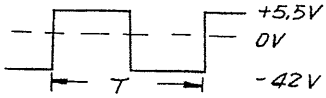
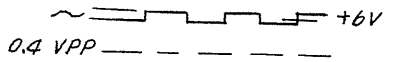
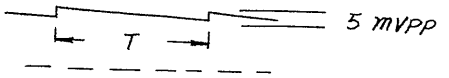
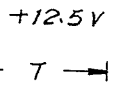
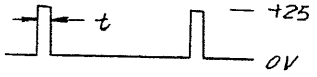
＊　なおこの測定値は次のような測定器を用いた場合の例です。

オシロスコープ　DC～１５MHz，ローキャパシタンスプローブ付（１０MΩ　７pF）

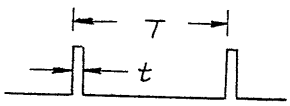
電　圧　計　　DCＶ　入力抵抗：１１MΩ

直流増巾器、積分パルス巾変換器（プリント基板 A_3）

テスト　ポイント

1		T = 5 mS
2		T = 5 mS
3		
4		T = 100 mS
5		
6		T = 100 mS t = 8 μS

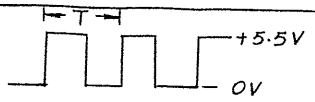
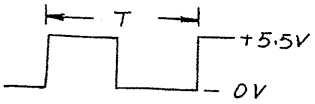
コネクタピン番号

1．14		0V		
4		+5.5V		
5		-11V		
7	+10mV 入力のとき（1V レンジ）	+ 21 V	-10mV 入力のとき（1V レンジ）	+ 0.03 V
8		+ 0.06 V	〃	+ 11.7 V
10			T = 0.4 sec t = 1 μS	
6．18		+ 25.0V		

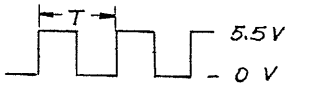
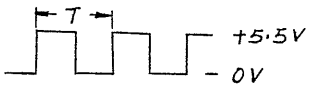
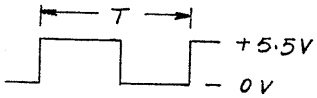
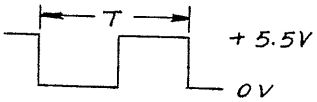
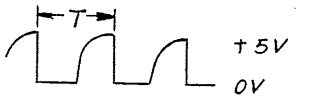
⚠ ・ ・			分類番号		
⚠ ・ ・					
1 ・ ・					
版　年月日	承認	形名　155形　取扱説明書	仕様番号	S — 81054	13 5 24
菊水電子工業		取扱説明書書式	図番	NP－32635	

計数器（10^3 位）、クロック発振器（プリント基板 A_4）

テスト　ポイント

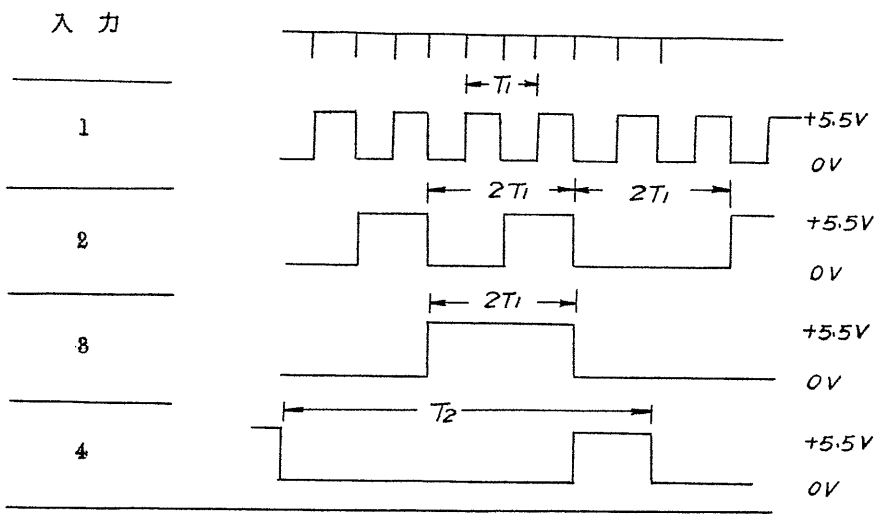
1		T= 25 ms
2		T= 50ms

コネクタピン番号

4	+192 V	
5		T=12.5ms
6．22	0V (GND)	
8	+6 V	
9		T= 25 ms
10		T= 5ms
11		T= 5 ms
20		T=12.5 μs

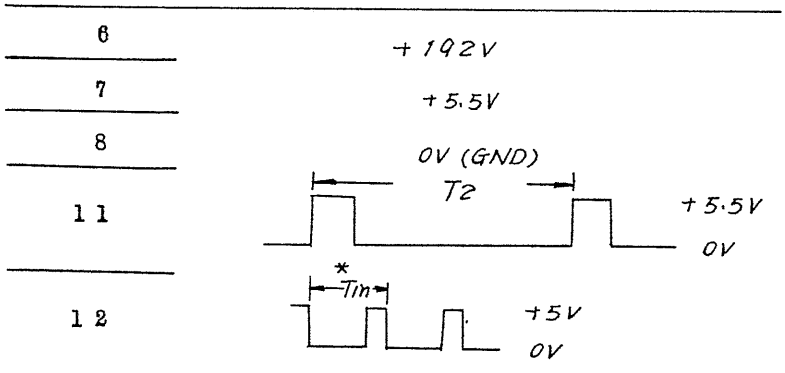
計数器（10^2 10／10^0位）プリント基板 $A_{5,6,7}$

テスト ポイント



桁	T_1	T_2	＊ Tin
10^0	25 μS	125μS	12.5 μS
10^1	250 μS	1.25 mS	125 μS
10^2	2.5 mS	12.5 mS	1.25 mS

コネクタピン番号



＊　上図の波形は模型的に示したもので、実測される立上り時間は無視してあります。